

**Liquid-cooled internal combustion engine with coolant circuit with at least one pump**

Patent Number: DE19803884  
Publication date: 1999-08-05  
Inventor(s): HUEMER GERHART (DE)  
Applicant(s): BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG (DE)  
Requested Patent: ☐ DE19803884  
Application Number: DE19981003884 19980131  
Priority Number(s): DE19981003884 19980131  
IPC Classification: F01P7/16  
EC Classification: F01P7/16C, F01P7/16D, F01P7/16E  
Equivalents:

---

**Abstract**

---

The engine has cylinder head and crankcase cooling sleeves in internal cooling control loops connected via a valve to a heat exchanger in an outer cooling circuit via a heat exchanger bypass, feed and return. A valve in the crankcase cooling control loop enables both control circuits to be independently regulated depending on engine parameters. A pump (3) in the cylinder head (1) cooling control loop (8) has its suction side connected to the outlet (18) of a three-way-valve (16) in the crankcase cooling control loop (9). The three-way valve regulates a crankcase outlet (19) and a connecting line (20) providing a coolant feed from an outlet (21) of a further three-way valve (10) in an unchoked heat exchanger bypass.

---

Data supplied from the esp@cenet database - l2

**BEST AVAILABLE COPY**

THIS PAGE BLANK (USPTO)



18 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 198 03 884 A 1

51 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
F 01 P 7/16

21 Aktenzeichen: 198 03 884.4  
22 Anmeldetag: 31. 1. 98  
43 Offenlegungstag: 5. 8. 99

DE 198 03 884 A 1

71 Anmelder:  
Bayerische Motoren Werke AG, 80809 München,  
DE

72 Erfinder:  
Huemer, Gerhart, 82266 Inning, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:

DE-AS 22 06 266  
DE 43 24 178 A1  
DE 33 17 454 A1  
DE 28 41 555 A1  
GB 22 45 703 A  
US 47 59 316  
EP 00 38 556 B1  
EP 08 16 651 A1

JP Patents Abstracts of Japan:

63-195314 A., M- 774, Dec. 13, 1988, Vol. 12, No. 475;  
60- 19912 A., M- 387, June 14, 1985, Vol. 9, No. 139;  
6-101475 A., M-1638, July 14, 1994, Vol. 18, No. 374;  
57-176314 A., M- 189, Jan. 29, 1983, Vol. 7, No. 24;  
59-213918 A., M- 371, April 13, 1985, Vol. 9, No. 84;  
59-194027 A., M- 364, March 16, 1985, Vol. 9, No. 60;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Flüssigkeitsgekühlte Brennkraftmaschine mit einem Kühlkreislauf mit zumindest einer Pumpe

57 Für eine flüssigkeitsgekühlte Brennkraftmaschine mit einem Kühlkreislauf mit zumindest einer Pumpe, weiter umfassend einen Wärmetauscher mit einem Bypass sowie über eine elektronische Steuereinrichtung regelbare Ventile zur unabhängigen Regelung von Kühlregelkreisen für den Zylinderkopf und das Kurbelgehäuse wird zur verbesserten Anordnung und Auswahl der regelbaren Ventile hinsichtlich geringerem Aufwand und erhöhter Kühlisicherheit vorgeschlagen, daß eine im Kühlregelkreis des Zylinderkopfes in diesen fördernde und mit der Brennkraftmaschine in fester Antriebsverbindung stehende Pumpe ansaugseitig mit einem Ablauf eines im Kühlregelkreis des Kurbelgehäuses angeordneten Drei-Wege-Thermostaten in Verbindung steht, wobei dieser Drei-Wege-Thermostat einerseits einen Kurbelgehäuseaustritt und andererseits eine dem Kühlmittelzufluß dienende Verbindungsleitung zu einem Ablauf eines im Leitungsquerschnitt ungedrosselten Wärmetauscher-Bypass angeordneten weiteren Drei-Wege-Thermostaten regelt, wobei jeder Drei-Wege-Thermostat vorzugsweise ein elektrisch beheizbares Dehnstoffelement umfaßt.

DE 198 03 884 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1 auf eine flüssigkeitsgekühlte Brennkraftmaschine mit einem Kühlkreislauf mit zumindest einer Pumpe, wobei die Brennkraftmaschine in Zylinderkopf und Kurbelgehäuse angeordnete Kühlmäntel in zugeordneten inneren Kühlregelkreisen aufweist und die Kühlregelkreise überein Ventil mit einem Wärmetauscher in einem äußeren Kühlreis über einen Wärmetauscher-Bypass sowie einem Wärmetauscher-Vorlauf und einem - Rücklauf in Verbindung stehen und weiter im Kühlregelkreis des Kurbelgehäuses ein Ventil vorgesehen ist derart, daß mittels einer elektronischen Steuereinrichtung in Abhängigkeit von Parametern der Brennkraftmaschine beide Kühlregelkreise über die Ventile bedarfsweise voneinander unabhängig regelbar sind.

Eine derartige Brennkraftmaschine ist beispielsweise Gegenstand des europäischen Patent EP-B 0 038 556, wobei in dem Kühlkreislauf der Brennkraftmaschine neben den ausschließlich über die elektronische Steuereinrichtung temperatur- und/oder lastabhängig gesteuerten Ventilen ferner jeder Kühlregelkreis eine von der Steuereinrichtung angesteuerte und hinsichtlich der jeweiligen erforderlichen Wärmeabfuhr in der Drehzahl variable Pumpe umfaßt. Weiter ist bei diesem Kühlkreislauf das den Zulauf zum Wärmetauscher im äußeren Kühlkreis regelnde Ventil im Wärmetauscher-Vorlauf angeordnet, über das insbesondere im Kühlleistungsfall bei hoher Leistungsabgabe der Brennkraftmaschine das Kühlmittel aus dem Zylinderkopf und aus dem Kurbelgehäuse dem Wärmetauscher zugeführt ist. Ein den Wärmetauscher-Vorlauf mit dem Wärmetauscher-Rücklauf verbindender und mit Abzweigungen zu den Kühlmänteln im Zylinderkopf und Kurbelgehäuse versehen er Bypass ist als eine ventillose Drosselleitung gestaltet zur Erzielung einer Kühlmittelführung derart, daß zumindest im Kühlleistungsfall das über den Rücklauf in den Bypass eintretende abgekühlte Kühlmittel mit einem Stromauf des Wärmetauscher-Vorlaufes in den Bypass abgezweigten heißen Kühlmittels gemischt in die jeweiligen Abzweigungen der Brennkraftmaschine eintritt.

Neben dem erheblichen Regelungsaufwand für diesen bekannten Kühlkreislauf einer Brennkraftmaschine ist als besonders nachteilig der ventillose, gedrosselte Wärmetauscher-Bypass anzusehen, da über diesen insbesondere im Kühlleistungsfall bei einem Ausfall einer der geregelt angesteuerten Pumpen über die andere intakte Pumpe zunehmend ungenügend gemischtes, temperaturerhöhtes Kühlmittel angesaugt wird und somit für beide Kühlmäntel die erhebliche Gefahr einer Überhitzung gegeben ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen gattungsgemäßen Kühlkreislauf einer Brennkraftmaschine mit bedarfsweise unabhängig regelbaren Kühlregelkreisen für Kühlmäntel in Zylinderkopf und Kurbelgehäuse zumindest durch eine verbesserte Anordnung und Auswahl der regelbaren Ventile hinsichtlich geringerem Aufwand und erhöhter Kühsicherheit weiterzubilden.

Diese Aufgabe ist gemäß dem Patentanspruch 1 bevorzugt dadurch gelöst, daß eine im Kühlregelkreis des Zylinderkopfes in diesen fördernde und mit der Brennkraftmaschine in fester Antriebsverbindung stehende Pumpe ansaugseitig mit einem Ablauf eines im Kühlregelkreis des Kurbelgehäuses angeordneten Drei-Wege-Ventils in Verbindung steht, wobei dieses Drei-Wege-Ventil einerseits einen Kurbelgehäuseaustritt und andererseits eine dem Kühlmittelzufuß dienende Verbindungsleitung mit einem Ablauf eines im Querschnitt ungedrosselten Wärmetauscher-Bypass angeordneten weiteren Drei-Wege-Ventils regelt.

Eine weitere Lösung der vorstehend angegebenen Auf-

gabe ist im Nebenanspruch 4 beschrieben.

Der Vorteil beider erfindungsgemäßer Lösungen ist darin zu sehen, daß mit der geschickten Auswahl und Anordnung der Ventile ein verringerter Leitungsaufwand im jeweiligen Kühlkreislauf erzielt ist und weiter über eine zumindest mit der Brennkraftmaschine in antriebsfester Verbindung stehende Pumpe eine erhöhte Kühsicherheit durch den dadurch gegebenen Zwangsumlauf erreicht ist.

Eine wesentlich gesteigerte Kühsicherheit einerseits und ein deutlich verringerter Steuerungsaufwand andererseits ist in vorteilhafter Weise durch eine Weiterbildung der bevorzugten Lösung nach Patentanspruch 1 dadurch erreicht, daß die beiden Drei-Wege-Ventile als Drei-Wege-Thermostate ausgebildet sind, und jeder Drei-Wege-Thermostat jeweils ein über die Steuereinrichtung ansteuerbares, elektrisch beheizbares Dehnstoffelement umfaßt.

Mit der Verwendung von an sich z. B. aus der DE-C 22 06 266 bekannter Drei-Wege-Thermostate ist aufgrund ihrer selbsttätig, jenseits einer vorbestimmten Grenztemperatur temperaturabhängigen Regelung eine von der elektronischen Steuereinheit unabhängige Regelung gegeben und somit in Verbindung mit der erfindungsgemäßen Anordnung der beiden Drei-Wege-Ventile in bezug zur einzigen, fest angetriebenen und in den Zylinderkopf fördernden Pumpe eine erhöhte Kühsicherheit erzielt. Diese temperaturabhängig mechanisch bewirkte Regelung der Drei-Wege-Thermostate ist ein vorteilhaftes Sicherheitselement in Verbindung mit elektrisch beheizbaren Dehnstoffelementen, womit bei einem Ausfall eines der Dehnstoffelemente mit der temperaturabhängig mechanisch bewirkten Regelung gegenüber dem bekannten Stand der Technik eine erhöhte Kühsicherheit erzielt ist.

Die der Erfindung zugrundeliegende Serienschaltung zweier Drei-Wege-Thermostate mit einer aus dem Ablauf des pumpennächsten Drei-Wege-Thermostats absaugenden Pumpe ist zwar per se aus der bereits erwähnten DE-C 22 06 266 bekannt, liefert aber aufgrund der für eine voneinander unabhängige Regelung der Kühlregelkreise erforderlichen beheizbaren Dehnstoffelemente einerseits und der in das Kurbelgehäuse fördernden Pumpe andererseits keine Anregung für die Erfindung, da bei diesem Kühlkreislauf in der Warmlaufphase das Kühlmittel im Kühlmantel des Zylinderkopfes stehen bleibt, wogegen das Kühlmittel im Kühlmantel des Kurbelgehäuses durch die Pumpe umgewälzt ist. Im übrigen sind bei diesem Kühlkreislauf der Brennkraftmaschine die Kühlmäntel von Zylinderkopf und Kurbelgehäuse über Drosselbohrungen verbunden.

Eine derartige Verbindungsanordnung zwischen den Kühlmänteln in Zylinderkopf und Kurbelgehäuse ist auch bei dem erfindungsgemäß gestalteten Kühlkreislauf vorstellbar, wobei im Gegensatz zu dem Kühlkreislauf gemäß der DE-A 29 28 298 mit einem pumpenbespülten Kühlmantel im Zylinderkopf eine durch Thermosifon-Wirkung bewirkte Förderung des Kühlmittels im Kühlmantel des Kurbelgehäuses bei erhöhtem Wärmeanfall erfindungsgemäß über das den Kurbelgehäuseaustritt regelnde Drei-Wege-Ventil ersetzt ist.

Weiter kann die Erfindung wegen ihrer hohen Regelsicherheit und damit Kühsicherheit aufgrund der geschickten Anordnung der Drei-Wege-Thermostate in Kombination einer mechanisch automatischen sowie gesteuerten Regelung auch bei einer Brennkraftmaschine Verwendung finden, bei der jeweils einlaßseitig und auslaßseitig in Kurbelgehäuse und Zylinderkopf gemeinsame Kühlmäntel vorgesehen sind, wie dies beispielsweise aus der japanischen Patenoffenlegungsschrift 5-33646 in den Figuren gezeigt ist. Wie aus den Figuren ersichtlich, ist im Wärmetauscher-Bypass ein üblicher Drei-Wege-Thermostat vorgesehen, aus dessen

Mischkammer eine Pumpe das Kühlmittel in den auslaßseitigen Kühlmantel direkt fördert und über eine stromab der Pumpe vorgesehene Abzweigung über einen weiteren üblichen Thermostaten in den einlaßseitigen Kühlmantel einbringt.

In Anlehnung an das vorgenannte japanische Dokument ist es weiter denkbar, die Erfindung aufgrund ihrer Vorteile auch für eine Brennkraftmaschine zu verwenden, bei der lediglich der Kühlmantel des Kurbelgehäuses in einen einlaßseitigen und in einen auslaßseitigen Abschnitt unterteilt ist, wie dies beispielsweise aus der DE-A 157 66 98 bekannt ist.

Ferner ist die Verwendung der Erfindung auch für eine Brennkraftmaschine denkbar, bei der sowohl der Zylinderkopf als auch ein horizontal unterteilter Kühlmantel im Kurbelgehäuse gemäß der DE-A 32 26 880 durchspült ist, wobei der triebwerkslagerseitige Abschnitt des Kurbelgehäuse-Kühlmantels erfindungsgemäß über das der Pumpe vorgeschaltete Drei-Wege-Thermostat mit beheizbarem Dehnstoffelement geregelt sein kann.

Dem gegenüber bevorzugt ist in weiterer Ausgestaltung der Erfindung der Kühlmantel des Zylinderkopfes vom Kühlmantel des Kurbelgehäuses getrennt ausgebildet, wobei von der Verbindungsleitung zwischen den beiden Drei-Wege-Ventilen ein ventilloser Zulauf zum Kühlmantel des Kurbelgehäuses abzweigt. Der Vorteil dieser Ausgestaltung ist ein geringerer Verbindungsleitungs-Aufwand gegenüber dem gattungsbildenden Stand der Technik.

Zur Erzielung einer hohen Betriebssicherheit des erfindungsgemäßen Kühlkreislaufes mit insbesondere in beiden getrennten Kühlmänteln einstellbaren, relativ hohen Kühlmitteltemperaturen (bis 110°C) ist in weiterer vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung der elektronischen Steuereinrichtung ein Kühlmitteltemperatur-Kennfeld zugeordnet. Damit kann in vorteilhafter Weise in jedem der Kühlmäntel betriebspunktabhängig im Hinblick auf die Abgasqualität einerseits und die Verlustleistung durch Reibung andererseits die jeweils optimale Kühlmitteltemperatur eingeregelt werden.

Schließlich kann mit der Erfindung im Kühlleistungsfall bei hoher Leistungsabgabe der Brennkraftmaschine im Gegensatz zum gattungsgemäßen Stand der Technik prinzipiell ähnlich dem Kühlkreislauf einer Brennkraftmaschine in Fig. 1 der DE-A 28 41 555 das gesamte, über den Wärmetauscher rückgeköhlte Kühlmittel zunächst ausschließlich dem Kühlmantel des Kurbelgehäuses zugeführt werden zur Einhaltung eines vorgegebenen Grenzwertes für die Motoröltemperatur, wobei das aus dem Kurbelgehäuse-Kühlmantel gegenüber dem bislang aufgezeigten Stand der Technik abweichend über das pumpennahe Drei-Wege-Thermostat austretende Kühlmittel über die stromab angeordnete Pumpe dem Zylinderkopf zugeführt ist mit dem Vorteil geringer Temperaturdifferenzen im umlaufenden Kühlmittel, wodurch nachteilige Materialspannungen im Zylinderkopf und Kurbelgehäuse reduziert sind.

Mit der im Nebenanspruch aufgezeigten Lösung der eingangs genannten Aufgabe sind ebenfalls die vorgenannten Vorteile erreicht. Gemäß dieser zweiten Lösung ist erfindungsgemäß vorgesehen, daß eine im Kühlregelkreis des Zylinderkopfes in diesen fördernde und mit der Brennkraftmaschine in fester Antriebsverbindung stehende Pumpe ansaugseitig über eine dem Kühlmittelzufluß dienende Verbindungsleitung mit einem Ablauf eines im ungedrosselten Wärmetauscher-Bypass angeordneten Drei-Wege-Ventils, vorzugsweise Drei-Wege-Thermostat verbunden ist, und daß die Verbindungsleitung mit einer im Kühlregelkreis des Kurbelgehäuses vorgesehene Vorlaufleitung und einer Rücklaufleitung in Verbindung steht, wobei im Kurbelgehäuse-Kühlregelkreis eine gesonderte drehzahlregelbare

Pumpe und in der Vorlauf- oder Rücklauf-Leitung ein steuer-/regelbares Ventil sind. Im Gegensatz zur ersten Lösung ist hierbei das zweite Ventil im Kurbelgehäuse-Kühlregelkreis ein bekanntes, mechanisch über ein Signal angesteuertes Hubventil. Dieses Ventil dient lediglich der Einhaltung einer Flußrichtung des Kühlmittels durch das Kurbelgehäuse, wobei die Regelung der Kühlmitteltemperatur im Kühlmantel des Kurbelgehäuses durch eine vorzugsweise elektrisch angetriebene Pumpe bewirkt ist. Weiter ist dieses Ventil derart angeordnet und/oder ausgebildet, daß im Kühlleistungsfall bei hohem Leistungsanfall der Brennkraftmaschine bei schadhaftem Ventil dieses bei entsprechendem Förderdruck durch die elektrisch angetriebene, drehzahlgeregelte Pumpe zumindest teilweise geöffnet werden kann, um dieses aus dem Kühlmantel des Kurbelgehäuses ablaufende Kühlmittel über die erste, mit der Brennkraftmaschine in fester Antriebsverbindung stehende Pumpe über den Zylinderkopf dem Wärmetauscher zuzuführen.

Damit ist auch bei der zweiten Lösung der Erfindung eine Durchspülung beider Kühlmäntel gesichert, die bei der ersten Lösung gemäß dem Patentanspruch 1 bei Ausfall einer elektrischen Heizung des jeweiligen Dehnstoffelementes mittels der durch die Temperatur des Kühlmittels wirksamen Dehnstoffelemente sichergestellt ist. Mit der Erfindung ist damit gemäß den beiden Lösungen bei Ausfall eines elektrischen Steuer-/Regelelementes in einem der Kühlmäntel sichergestellt, daß dieser bei einem hohen Leistungsanfall der Brennkraftmaschine in Reihe geschaltet ist mit dem jeweiligen funktionierenden Kühlregelkreis zum Umlauf des Kühlmittels im gesamten Kühlkreislauf.

Diese erfindungsgemäß vorteilhafte Kühlmittelführung ist beispielsweise bei dem für eine Brennkraftmaschine bekannten Kühlkreislauf gemäß der japanischen Patent-Offenlegungsschrift 59-213918 nicht gegeben, wobei der in der Brennkraftmaschine zwei getrennt in Zylinderkopf und Kurbelgehäuse angeordnete Kühlmäntel aufweisende Kühlkreislauf von einfachem Aufbau ist mit einer im Rücklauf des Wärmetauschers angeordneten Pumpe, die das Kühlmittel über je ein gesondert gesteuertes Ventil dem jeweiligen Kühlmantel zufördert. Bei Ausfall eines des von der Temperatur des jeweiligen Kühlmantels angesteuerten, pneumatisch betätigten Hubventils bleibt der jeweilige Kühlmantel von einem Kühlmittel-Umlauf bis auf den über eine Drossel-Bypassleitung pumpenansaugseitig verursachten Teillumlauf ausgenommen. Eine Reihenschaltung der Kühlmäntel im Kühlleistungsfall bzw. im Notfall bei einem ausgefallenen Ventil ist hierbei nicht möglich.

Die Erfindung ist anhand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen beschrieben. Es zeigt

Fig. 1 für eine Brennkraftmaschine einen Kühlkreislauf der ersten Lösungsart mit integrierten Heizkörpern für eine Fahrzeugheizung sowie einem Wärmetauscher für das Getriebeöl der Brennkraftmaschine,

Fig. 2 mit 5 anhand schematisch dargestellter Kühlkreisläufe ausgewählte Phasen des Regelsystems für den Kühlkreislauf nach Fig. 1,

Fig. 6 eine Brennkraftmaschine mit einem Kühlkreislauf gemäß der im Nebenanspruch beschriebenen Lösung.

Eine flüssigkeitsgekühlte Brennkraftmaschine 1 mit einem Kühlkreislauf 2 mit zumindest einer Pumpe 3 umfaßt einen Kühlmantel 4 in einem Zylinderkopf 5 und einen Kühlmantel 6 in einem Kurbelgehäuse 7, wobei die getrennten Kühlmäntel 4 und 6 jeweils einem Kühlregelkreis 8 bzw. 9 zugeordnet sind. Die Kühlregelkreise 8 und 9 stehen über ein Ventil 10 mit einem Wärmetauscher 11 in einem äußeren Kühlkreis 12 über einen Wärmetauscher-Bypass 13 sowie einem Wärmetauscher-Vorlauf 14 und einem Wärmetau-

scher-Rücklauf 15 in Verbindung. Weiter ist im Kühlregelkreis 9 des Kurbelgehäuses 7 ein Ventil 16 vorgesehen derart, daß mittels einer elektronischen Steuereinrichtung 17 in Abhängigkeit von Parametern der Brennkraftmaschine 1 beide Kühlregelkreise 8 und 9 über die Ventile 10 und 16 bedarfsweise voneinander unabhängig regelbar sind.

Zur Weiterbildung des Kühlkreislaufes 2 durch eine verbesserte Anordnung und Auswahl der regelbaren Ventile 10 und 16 hinsichtlich geringerem Aufwand und erhöhter Kühleicherheit wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, daß eine im Kühlregelkreis 8 des Zylinderkopfes 5 in diesen fördernde und mit der Brennkraftmaschine 1 in fester Antriebsverbindung stehende Pumpe 3 ansaugseitig mit einem Ablauf 18 eines im Kühlregelkreis 9 des Kurbelgehäuses 7 angeordneten Drei-Wege-Ventils 16 in Verbindung steht, wobei dieses Drei-Wege-Ventil 16 einerseits einen Kurbelgehäuse-Austritt 19 und andererseits eine dem Kühlmittelzufluß dienenden Verbindungsleitung 20 mit einem Ablauf 21 eines im Querschnitt ungedrosselten Wärmetauscher-Bypass 13 angeordneten weiteren Drei-Wege-Ventils 10 regelt.

Vorzugsweise sind zur Erzielung eines geringen Aufwandes und einer erhöhten Kühleicherheit im Kühlkreislauf 2 die beiden Drei-Wege-Ventile 10 und 16 als Drei-Wege-Thermostate ausgebildet, wobei jeder Drei-Wege-Thermostat 10 und 16 jeweils ein über die Steuereinrichtung 17 ansteuerbares, elektrisch beheizbares Dehnstoffelement 10' bzw. 16' umfaßt (Fig. 2 bis 5).

In Verbindung mit dieser erfindungsgemäßen Auswahl und Anordnung der Drei-Wege-Thermostate 10 und 16 ist in weiterer Ausgestaltung der Erfindung der Kühlmantel 4 des Zylinderkopfes 5 vorzugsweise vom Kühlmantel 6 des Kurbelgehäuses 7 getrennt ausgebildet, wobei der Aufwand an Kühlleitungen weiter dadurch verringert ist, daß von der Verbindungsleitung 20 zwischen den beiden Drei-Wege-Thermostaten 10 und 16 ein ventillos Zulauf 22 zum Kühlmantel 6 des Kurbelgehäuses 7 abzweigt.

Eine optimale Regelung der Kühlmitteltemperatur im Kühlkreislauf 2 bzw. in den einzelnen Kühlregelkreisen 8 und 9 ist weiter dadurch erreicht, daß der elektronischen Steuereinrichtung 17 ein Kühlmitteltemperatur-Kennfeld zugeordnet ist.

Mittels einer derartigen kennfeldgesteuerten Kühlmittel-Temperatur-Regelung, wie dies per se beispielsweise aus der DE-A 43 24 178 bekannt ist, kann die Kühlmitteltemperatur je nach leistungsbedingtem Wärmeeintrag aus der Brennkraftmaschine 1 die Kühlmitteltemperatur sowohl im gesamten Kühlkreislauf 2 als auch in den einzelnen Kühlregelkreisen 8 und 9 beispielsweise zwischen den Temperaturgrenzen 80°C bis 110°C je nach Belastung der Brennkraftmaschine 1 bzw. deren Betriebsart geregelt werden.

Der erfindungsgemäße Kühlkreislauf 2 umfaßt demnach zwei miteinander gekoppelte Kühlregelkreise 8 und 9 für den Zylinderkopf 5 und das Kurbelgehäuse 7. Für eine mechanisch automatisch bewirkte Regelung sind vorzugsweise die Drei-Wege-Thermostate 10 und 16 vorgesehen, die beispielsweise die gewünschten Temperaturbereiche zwischen 80°C und 110°C abdecken. Diese gewünschten Temperaturbereiche werden erfindungsgemäß voneinander unabhängig eingeregelt. Die Ansteuerung mit Hilfe elektrisch beheizbarer Dehnstoffelemente 10' und 16' der Drei-Wege-Thermostate 10 und 16 ermöglicht es, die gewünschten Temperaturen über das gesamte Motorkennfeld auswählen zu können. Diese elektrisch beheizbaren Dehnstoffelemente 10' und 16' haben vorzugsweise eine Regeltemperatur von z. B. 110°C. Es stellen sich somit im Regelfall daher im Zylinderkopf 5 und im Kurbelgehäuse 7 jeweils eine Temperatur von 110°C ein bei Bestromung des jeweiligen Dehnstoffelementes 10' bzw. 16'. Damit können unabhängig vonein-

ander verschiedene Temperaturen im Zylinderkopf 5 und Kurbelgehäuse 7 eingestellt werden, so daß je nach vorbestimmter Wandtemperatur der Verbrauch oder das Drehmoment der Brennkraftmaschine 1 zu beeinflussen sind.

Die Funktionsweise des erfindungsgemäßen Kühlmittel-Regelsystems ist folgende:

In der Warmlaufphase gemäß Fig. 2 sind die Drei-Wege-Thermostate 10 und 16 über ihre Ventilteller 100 und 160 geschlossen. Es fließt kein Kühlmittel über den Wärmetauscher 11 bzw. über das Kurbelgehäuse 7, der im Kurzschlußkreislauf bzw. Kühlregelkreis 8 über den Drei-Wege-Thermostaten 10 und über den nachgeschalteten Drei-Wege-Thermostaten 16, deren weitere Ventilteller 100' und 160' geöffnet sind. Da im Warmlauf der Brennkraftmaschine 1 durch Anordnung der Drei-Wege-Thermostate 10 und 16 im Kurbelgehäuse 7 das Kühlmittel stillsteht, muß mit Hilfe einer gewissen Leckmenge dafür gesorgt werden, daß die Information der Kühlmitteltemperatur im Kurbelgehäuse 7 an das Dehnstoffelement 16' gelangt, oder ersatzweise wird die Kühlmitteltemperatur oder die Bauteiltemperatur im Kurbelgehäuse 7 gemessen zur Ausbildung eines Signals in der elektronischen Steuereinrichtung 17. Bei Überschreiten einer gewissen Grenztemperatur kann mittels Bestromen des elektrisch heizbaren Dehnstoffelementes 16' ein Kühlmittelfluß erzeugt werden, womit im Kurbelgehäuse 7 einer Überhitzung entgegengewirkt wird. Nach Abschluß des Warmlaufes der Brennkraftmaschine 1, der unabhängig von den Temperaturen im Zylinderkopf 5 und Kurbelgehäuse 7 gewählt werden kann, geht das Regelsystem im Kühlkreislauf 2 in die nächste Regelphase bzw. Wirkungsphase über.

In der anschließenden Regelphase gemäß Fig. 3 wird im Kühlregelkreis 8 des Zylinderkopfes 5 die Kühlmitteltemperatur eingeregelt dadurch, daß im Drei-Wege-Thermostaten 10 das Dehnstoffelement 10' über den Ventilteller 100 den Durchfluß über den Wärmetauscher 11 öffnet und somit die Temperatur im Zylinderkopf 5 über das Dehnstoffelement 10' eingeregelt wird, z. B. auf 110°C. Ist eine niedrigere Temperatur gewünscht, ist das Dehnstoffelement 10' über die Steuereinrichtung 17 angesteuert zu bestromen, wobei die gewünschte Regeltemperatur durch die neue Kennlinie des Dehnstoffelementes 10' je nach Dauer und Leistung der Bestromung bestimmt ist.

Die mögliche anschließende dritte Regelphase (Fig. 4) kennzeichnet sich dadurch, daß im Kurbelgehäuse 7 eine maximal vorgegebene Temperatur erreicht ist, durch die über die beispielsweise vorgesehene Leckage im Drei-Wege-Thermostat 16 das Dehnstoffelement 16' veranlaßt ist, den Kurbelgehäuseaustritt 19 über den Ventilteller 160 freizugeben, was aber entweder zusätzlich oder allein durch Bestromen des Dehnstoffelementes 16' zu bewirken ist, um den Durchfluß durch das Kurbelgehäuse 7 freizugeben. Mit dieser Regelungsmaßnahme wird weiter beispielsweise die Öltemperatur der Brennkraftmaschine 1 unter einem vorbestimmten Grenzwert gehalten. In der dritten Regelphase sind jedenfalls beide Kühlregelkreise 8 und 9 für den Zylinderkopf 5 und das Kurbelgehäuse 7 in Betrieb, wobei ein Teil des Kühlmittels im Kurzschluß über den Wärmetauscher-Bypass 13 dem beiderseits geöffneten Drei-Wege-Thermostaten 10 zugeführt ist und der andere Teil über den Wärmetauscher 11 und den Rücklauf 15 dem beiderseits geöffneten Drei-Wege-Thermostat 10 zugeführt ist und von hier aus über die Verbindungsleitung 20 ein Teil in den Zulauf 22 des Kurbelgehäuses 7 und ein weiterer Teil über die Verbindungsleitung 20 in den Drei-Wege-Thermostaten 16 geführt ist, in dem die Kühlmittelströme aus der Verbindungsleitung 20 und aus dem Kühleraustritt 19 gemischt der Pumpe 3 zum Zylinderkopf 5 zugeführt sind für den weiteren vorbeschriebenen Umlauf.

Die vierte und letzte Regelphase gemäß Fig. 5 umfaßt den Kühlleistungsfall bei hoher Leistungsabgabe der Brennkraftmaschine 1 bzw. den Fall der vorgegebenen Bestromung der Drei-Wege-Thermostate 10 und 16 über das Kühlmitteltemperatur-Kennfeld der Steuereinrichtung 17, wobei die Drei-Wege-Thermostate 10 und 16 entweder über die Dehnstoffelemente 10' und 16' allein oder durch Bestromung mittels ihrer Ventilteller 100' bzw. 160' verschlossen sind. Mit dieser Regelmaßnahme wird das vom Wärmetauscher 11 in das Drei-Wege-Ventil 10 eintretende Kühlmittel aufgrund des zuflußseitig über den Ventilteller 160' gesperrten Drei-Wege-Thermostaten 16 zuerst dem Kühlmantel 6 des Kurbelgehäuses 7 zugeführt und von diesem über das ablaufseitig geöffnete Drei-Wege-Thermostat 16 und der stromab angeordneten Pumpe 3 dem Kühlmantel 4 des Zylinderkopfes 5 und von diesem über den Wärmetauscher-Vorlauf 14 dem Wärmetauscher 11 für den weiteren Umlauf zugeführt. Damit ist sichergestellt, daß die Kühlleistungswerte erfüllt werden und daß die Öltemperatur der Brennkraftmaschine 1 vorgegebene Grenzwerte nicht übersteigt.

Eine weitere erfindungsgemäße Lösung mit identischer Kühlwirkung ist mit einem Kühlkreislauf 2 gemäß der Brennkraftmaschine 1 in Fig. 6 erzielt, wobei identische Teile mit gleichen Bezugszeichen belegt sind. Zur Lösung der der Erfindung zugrunde gelegten Aufgabe wird hierbei vorgeschlagen, daß eine im Kühlregelkreis 8 des Zylinderkopfes 5 in diesen fördernde und mit der Brennkraftmaschine 1 in fester Antriebsverbindung stehende Pumpe 3 ansaugseitig über ein dem Kühlmittelzufluß dienende Verbindungsleitung 20 mit einem Ablauf 21 eines im Leitungsquerschnitt ungedrosselten Wärmetauscher-Bypass 13 angeordneten Drei-Wege-Ventils, vorzugsweise Drei-Wege-Thermostat 10, verbunden ist, und daß die Verbindungsleitung 20 mit einer im Kühlregelkreis 9 des Kurbelgehäuses 7 vorgesehenen Vorlaufleitung 23 und einer Rücklaufleitung 24 in Verbindung steht, wobei im Kurbelgehäuse-Kühlregelkreis 9 eine gesonderte, drehzahlregelbare Pumpe 25 und in der Vorlauf- oder Rücklaufleitung 23 bzw. 24 ein steuer-/regelbares Ventil 26 angeordnet sind.

Bei diesem zweiten -Erfindungsvorschlag übernimmt anstelle des der Pumpe 3 vorgeschalteten Drei-Wege-Thermostaten 16 der ersten Lösung eine vorzugsweise elektrisch angetriebene Pumpe 25 die Regelung der Kühlmitteltemperatur. Dies ist regelungstechnisch dadurch erreicht, Laständerung für eine entsprechend angepaßte Drehzahl angesteuert ist. Im Warmlauf der Brennkraftmaschine 1 kann die Pumpe 25 stillstehen. Weiter ist die Pumpe 25 derart ausgelegt, daß sie für die vorgeschriebenen weiteren Regelungsphasen 2 mit 4 den erforderlichen Volumenstrom bereitstellen kann, um eine Überschreitung der zulässigen Bauteiltemperaturen zu vermeiden. Das Ventil 26 dient bei dieser Lösung lediglich der Einhaltung der Kühlmittel-Flußrichtung und kann beispielsweise zur Erhöhung der Kühleisicherheit so ausgelegt sein, daß es ab einem bestimmten Förderdruck durch die mit der Brennkraftmaschine 1 antriebsfest verbundene Pumpe 3 bei Ausfall der zusätzlichen Pumpe 25 einen vorbestimmten Öffnungsquerschnitt freigibt zur Erzielung eines vorbestimmten Kühlmitteldurchflusses durch den Kühlmantel 6 des Kurbelgehäuses 7.

#### Patentansprüche

1. Flüssigkeitsgekühlte Brennkraftmaschine mit einem Kühlkreislauf mit zumindest einer Pumpe,
  - wobei die Brennkraftmaschine (1) in Zylinderkopf (5) und Kurbelgehäuse (7) angeordnete Kühlmäntel (4, 6) in zugeordneten inneren Kühl-

regelkreisen (8, 9) aufweist, und

- die Kühlregelkreise (8, 9) über ein Ventil (10) mit einem Wärmetauscher (11) in einem äußeren Kühlkreis (12) über einen Wärmetauscher-Bypass (13) sowie einem Wärmetauscher-Vorlauf (14) und einem - Rücklauf (15) in Verbindung stehen, und weiter
  - im Kühlregelkreis (9) des Kurbelgehäuses (7) ein Ventil (16) vorgesehen ist derart, daß
  - mittels einer elektronischen Steuereinrichtung (17) in Abhängigkeit von Parametern der Brennkraftmaschine (1) beide Kühlregelkreise (8, 9) über die Ventile (10, 16) bedarfsweise voneinander unabhängig regelbar sind, dadurch gekennzeichnet,
  - daß eine im Kühlregelkreis (8) des Zylinderkopfes (5) in diesen fördernde und mit der Brennkraftmaschine (1) in fester Antriebsverbindung stehende Pumpe (3) ansaugseitig mit einem Ablauf (18) eines im Kühlregelkreis (9) des Kurbelgehäuses (7) angeordneten Drei-Wege-Ventils (16) in Verbindung steht, wobei
  - dieses Drei-Wege-Ventil (16) einerseits einen Kurbelgehäuseaustritt (19) und andererseits eine dem Kühlmittelzufluß dienende Verbindungsleitung 20 zu einem Ablauf (21) eines im Leitungsquerschnitt ungedrosselten Wärmetauscher-Bypass (13) angeordneten weiteren Drei-Wege-Ventils (10) regelt.
2. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
    - daß die beiden Drei-Wege-Ventile (10, 16) als Drei-Wege-Thermostate ausgebildet sind und
    - jeder Drei-Wege-Thermostat (10, 16) jeweils ein über die Steuereinrichtung (17) ansteuerbares, elektrisch beheizbares Dehnstoffelement (10', 16') umfaßt.
  3. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet,
    - daß der Kühlmantel (4) des Zylinderkopfes (5) vom Kühlmantel (6) des Kurbelgehäuses (7) getrennt ausgebildet ist, wobei
    - von der Verbindungsleitung (20) zwischen den beiden Drei-Wege-Ventilen bzw. Drei-Wege-Thermostaten (10, 16) ein ventillosen Zulauf (22) zum Kühlmantel (6) des Kurbelgehäuses (7) abzweigt.
  4. Flüssigkeitsgefüllte Brennkraftmaschine mit einem Kühlkreislauf mit zumindest einer Pumpe,
    - wobei die Brennkraftmaschine (1) in Zylinderkopf (5) und Kurbelgehäuse (7) angeordnete Kühlmäntel (4, 6) in zugeordneten inneren Kühlregelkreisen (8, 9) aufweist, und
    - die Kühlregelkreise (8, 9) über ein Ventil (10) mit einem Wärmetauscher (11) in einem äußeren Kühlkreis (12) über einen Wärmetauscher-Bypass (13) sowie einem Wärmetauscher-Vorlauf (14) und einem Rücklauf (15) in Verbindung stehen, und weiter
    - im Kühlregelkreis (9) des Kurbelgehäuses (7) ein Ventil (16) vorgesehen ist derart, daß
    - mittel einer elektronischen Steuereinrichtung (17) in Abhängigkeit von Parametern der Brennkraftmaschine (1) beide Kühlregelkreise (8, 9) über die Ventile (10, 16) bedarfsweise voneinander unabhängig regelbar sind, dadurch gekennzeichnet,
    - daß eine im Kühlregelkreis (8) des Zylinder-

- 9
- kopfes (5) in diesen fördernde und mit der Brennkraftmaschine (1) in antriebsfester Verbindung stehende Pumpe (3) ansaugseitig über eine dem Kühlmittelzufluß dienende Verbindungsleitung (20) mit einem Ablauf (21) eines im Leitungsquerschnitt ungedrosselten Wärmetauscher-Bypass (13) angeordneten Drei-Wege-Ventils (Drei-Wege-Thermostat 10) verbunden ist, und
- 5
- daß die Verbindungsleitung (20) mit einer im Kühlregelkreis (9) des Kurbelgehäuses (7) vorgesehenen Vorlaufleitung (23) und einer Rücklaufleitung (24) in Verbindung steht, wobei
- 10
- im Kurbelgehäuse-Kühlregelkreis (9) eine gesonderte, drehzahlregelbar Pumpe (25) und in der Vorlauf- oder Rücklauf-Leitung (23 bzw. 24) ein steuer-/regelbares Ventil (26) angeordnet sind.
- 15
5. Brennkraftmaschine nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der elektronischen Steuereinrichtung (17) ein Kühlmitteltemperatur-Kennfeld zugeordnet ist.
- 20

---

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

---

25

30

35

40

45

50

55

60

65



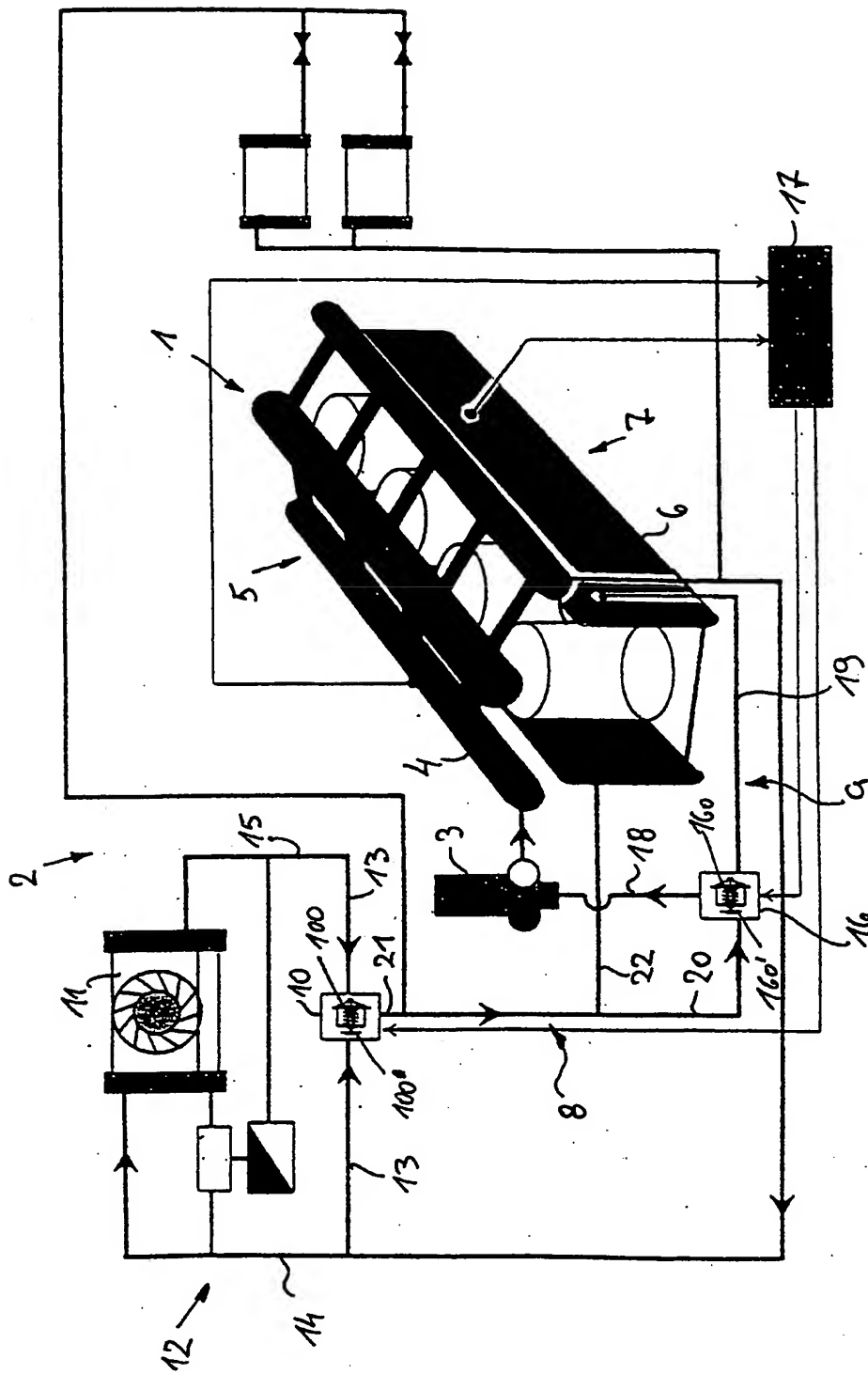
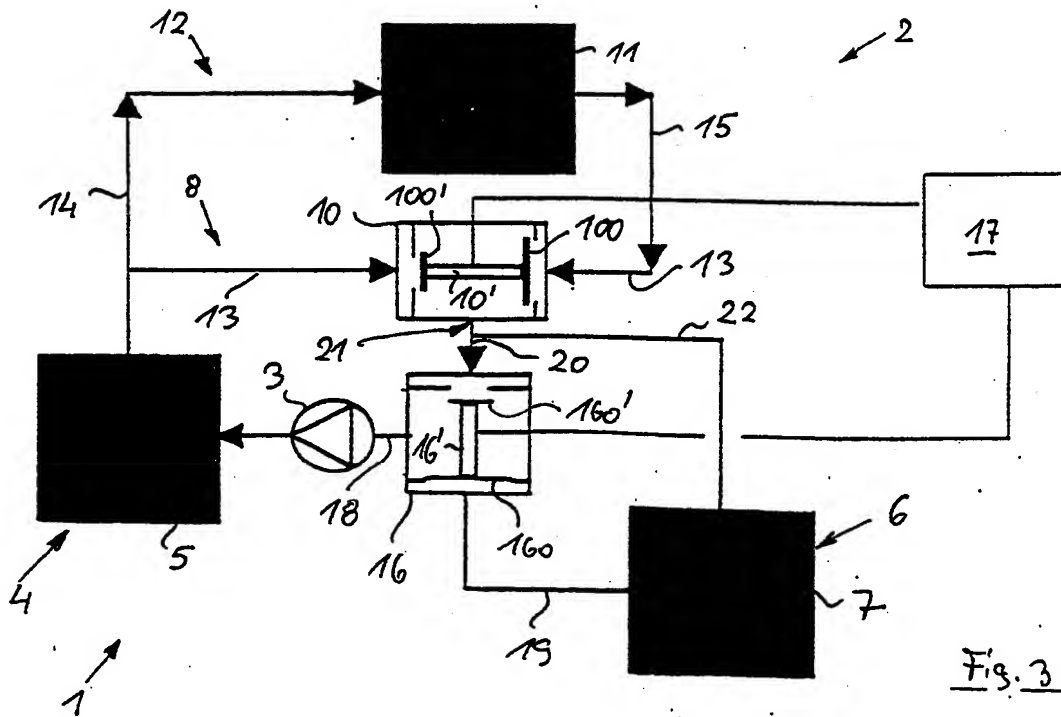
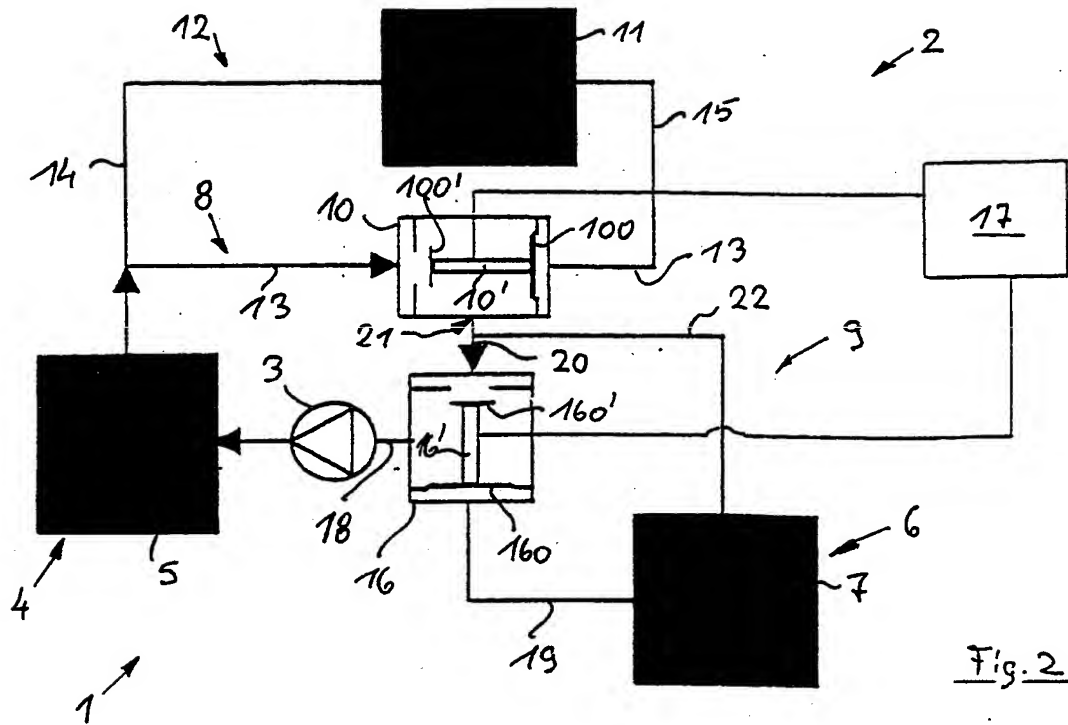
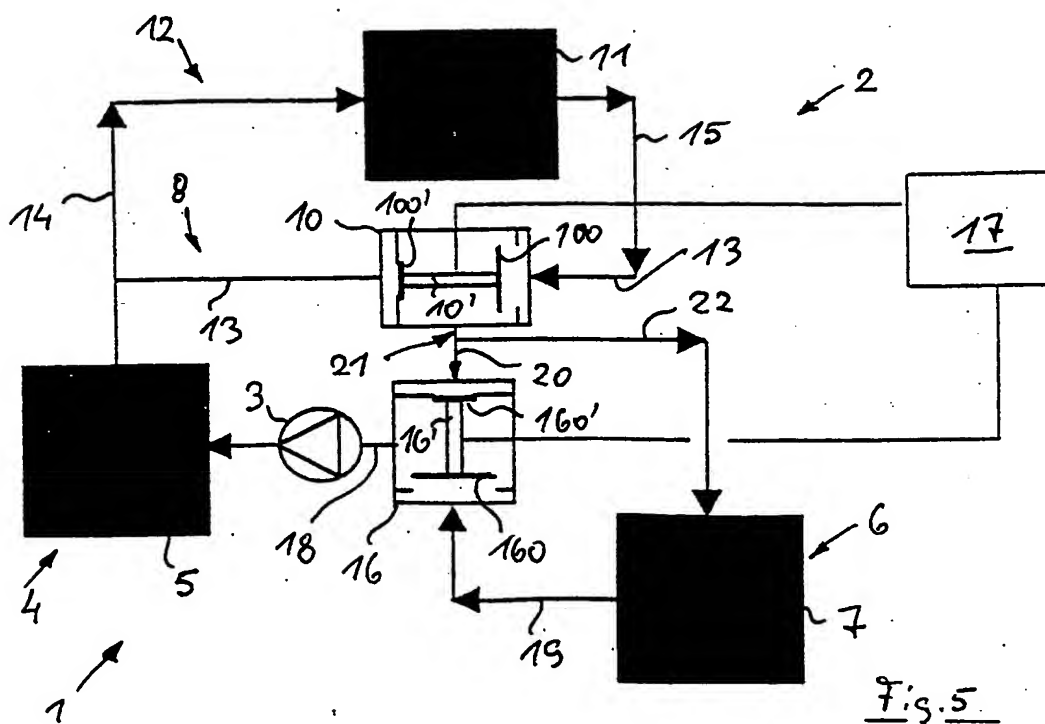
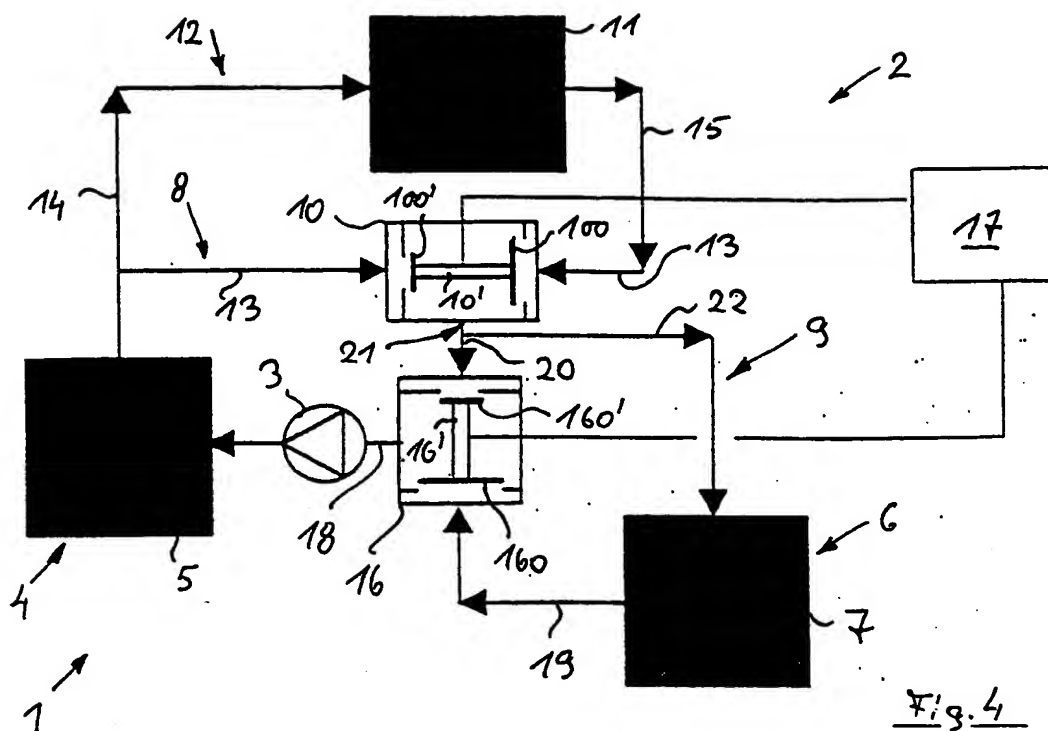


Fig. 1





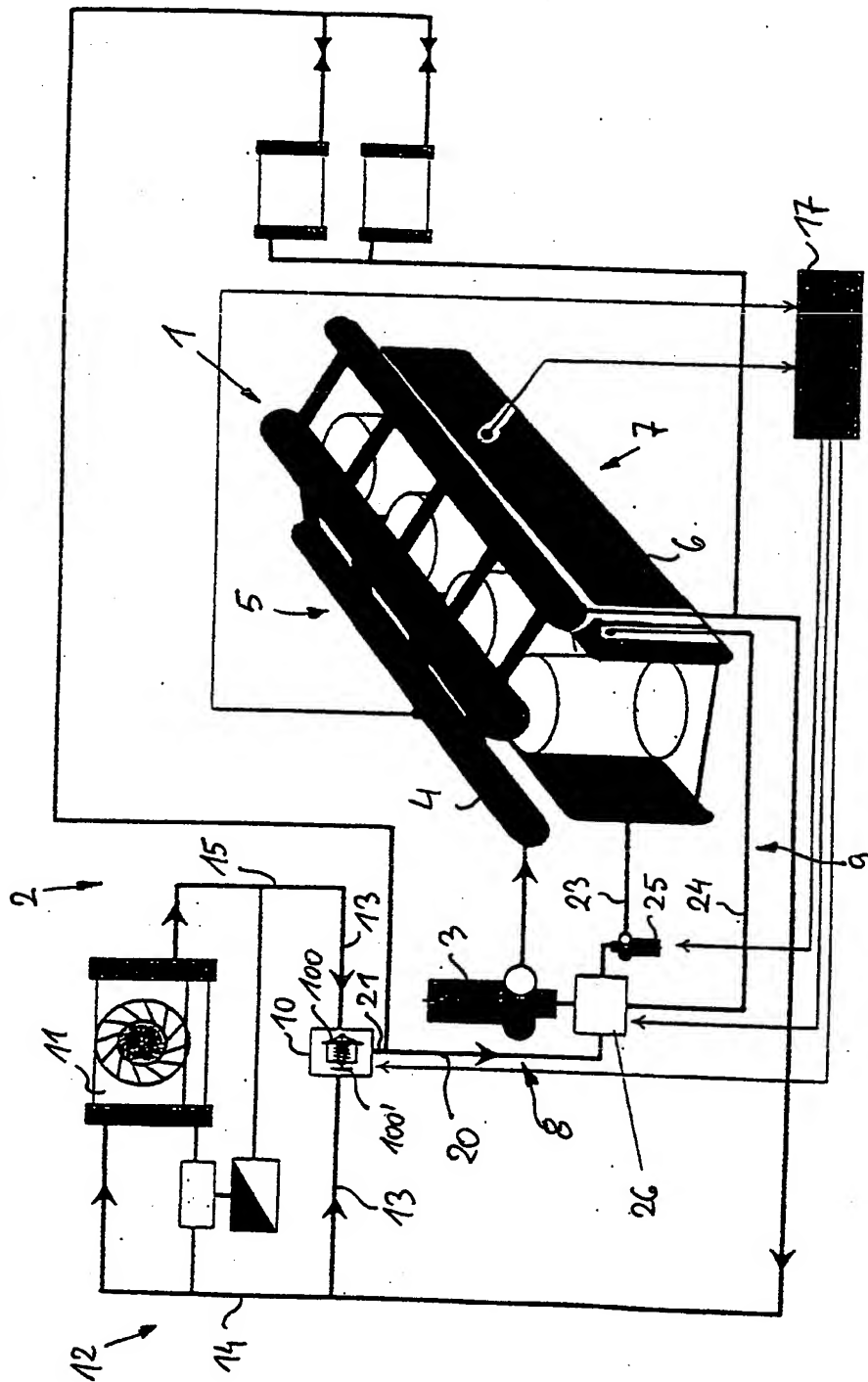


Fig. 6

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

THIS PAGE BLANK (USPTO)